

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского
Российской академии наук
при поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований



МЕТАН В МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ
тезисы и программа
Всероссийской научно-практической конференции,
посвящённой 25-летию обнаружения струйных метановых
газовыделений в Чёрном море

13–15 октября 2014 г.
Севастополь, Россия

МЕТАН В ОСАДОЧНОЙ ТОЛЩЕ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Малахова Т.В.¹, Малахова Л.В.¹, Иванов В.Е.², Егоров В.Н.¹,
Игнатов Е.И.³

¹ Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, Севастополь,
Россия, t.malakhova@ibss.org.ua

² Севастопольский институт гео-инженерно-технических изысканий, Сева-
стополь, Россия, vladiwolf@gmail.com

³ Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва,
Россия, ign38@mail.ru

Впервые исследования метана в толще донных отложений Сева-
стопольской бухты были начаты в 2007 г. С того времени нами было ус-
тановлено, что на содержание и пространственное распределение метана в
верхнем 50-сантиметровом слое осадков в бухте оказывает влияние ком-
плекс природных и антропогенных факторов [1]. В зависимости от коли-
чества органического вещества в донных осадках, глубины отбора проб,
расстояния от источников загрязнения и гранулометрического состава
донных отложений концентрация метана значительно отличалась в раз-
личных районах бухты и достигала во внутренней части б. Севастополь-
ской нескольких ммоль·л⁻¹, что на три порядка превышало концентрацию
метана в открытых районах Севастопольской морской акватории [2]. Про-
странственное распределение метана в поверхностных слоях донных
осадков Севастопольской бухты носило эстуарный характер. В 2012 г.
были измерены интенсивности микробных процессов круговорота угле-
рода метана, которые показали, что скорости процессов метаноокисления в
отложениях Севастопольской бухты превышают интенсивность
бактериального метаногенеза [3]. Тогда же был сделан вывод, что на
площадке холодных метановых сипов в Севастопольской бухте
газовыделения обусловлены поступлением пузырькового метана в
поверхностные горизонты илов из более глубоких слоев осадочной толщи
[3]. Сопоставление данных по изотопному составу пузырькового метана
струйных газовыделений и растворенного CH₄ донных отложений, а так-
же интенсивностей процессов микробного образования и окисления мета-
на позволило предположить, что функционирование метановых сипов
связано с накоплением газа микробного происхождения в полостях под-

стилающих осадочных структур с последующим периодическим выходом метана в водную толщу в виде пузырьковых высачиваний [3].

Из литературных источников известно, что геологические условия для сейсмопрофилирования в Севастопольской бухте крайне неблагоприятны, что может быть связано в первую очередь с газонасыщенностью донных осадков [4].

Целью работы являлось определение содержания метана по всей глубине осадочной толщи Севастопольской бухты, а также выявление связи уровней концентрации метана с геохимическими параметрами осадков.

В апреле-мае 2013 г. в ходе геологических изысканий в центральной части Севастопольской бухты проводилось бурение донных отложений до абсолютной отметки (-) 53 м. В пробах кернов 5 скважин были определены концентрации органического углерода ($C_{орг}$), хлоридов, карбонатов (в пересчёте на кальцит), метана, а также естественная влажность.

Дно района работ характеризовалось сложным геологическим разрезом. Это обусловлено расположением исследуемого разреза – по нормали к простирацию Севастопольской бухты. Геолого-литологический разрез выявил 3 основных периода акватории: пресноводный, лиманный и морской. Верхняя граница аллювиальных отложений, соответствующих дну палео-дельты р. Черной, располагалась на глубине от 15 до 25 м ниже современного морского дна. Окончание последнего ледникового минимума привело к поднятию уровня Черного моря, что определило формирование на месте реки лимана. В течение этого периода богатый органическим веществом заиленный гравий отложился лавинообразно, о чем свидетельствуют обнаруженные в нем фрагменты дерева, радиоуглеродный возраст которого составил 8540 ± 120 лет. Лиманным осадкам соответствовали максимальные концентрации $C_{орг}$, достигающие 8%. Толщина этого слоя составляла приблизительно 7 м и по содержанию хлоридов соответствовала пресноводным водоемам. Над фацией лиманных осадков залегал серый, однородный терригенный морской ил, максимальная толщина которого составила 16 метров. Самый верхний слой мощностью до 2,5 метров представлял современный техногенно-морской ил, сформировавшийся под влиянием как природных, так и антропогенных факторов.

Метан был обнаружен во всей толще современных осадков до 30 м (рис. 1). Его содержание уменьшалось с глубиной, что связано как с

уменьшением содержания $C_{\text{орг}}$ вглубь осадков, так и с ослаблением со временем его лабильности. Получена прямая зависимость между содержанием $C_{\text{орг}}$ и концентрацией CH_4 ($r > 0,6$) в толще осадков бухты. В особый кластер были выделены лиманные осадки, заторфованные илы которых представляют сложный субстрат для метаногенов.

Для каждой исследованной станции были рассчитаны значения растворимости метана в поровой воде при условиях *in situ*. На трёх станциях концентрации CH_4 в поровой воде превышали величину растворимости. Это косвенно свидетельствует о наличии газовой фазы в донных осадках Севастопольской бухты, что хорошо согласуется с результатами сейсμοпрофилирования осадочного слоя Севастопольской бухты [4]. На величину растворимости метана в первую очередь влияет температура среды. Ее увеличение приводит к заглублению границы газонасыщенности, вследствие чего в летний сезон 65% верхнего пятидесятисантиметрового слоя поверхностных донных осадков Севастопольской бухты могут содержать газообразный метан, а в зимний - только около 40%. Струйные метановые газовыделения спорадического характера, выявленные в последние годы в Севастопольской бухте, могут возникать из-за такой газонасыщенности осадков.

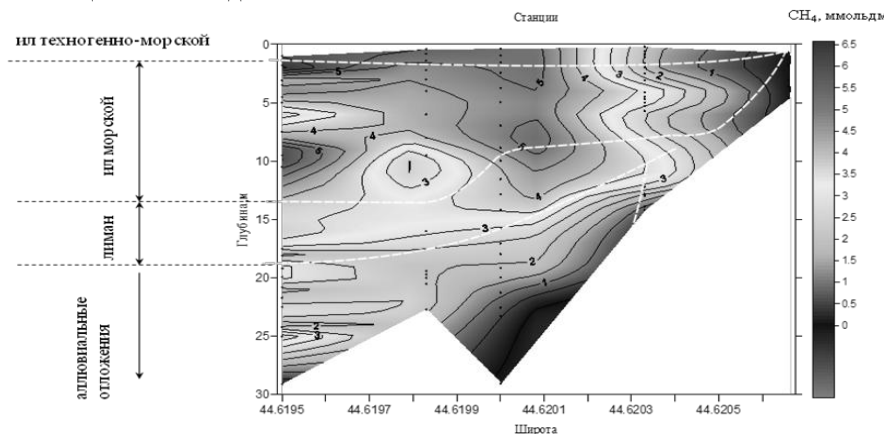


Рис. 1 Долготный разрез содержания CH_4 в толще донных осадков Севастопольской бухты и соответствие слоев периодам существования акватории

1. Малахова Л.В., Малахова Т.В., Егоров В.Н., Гулин С.Б., Артемов Ю.Г. Метан в воде и донных отложениях Севастопольских бухт (Черное море) [Текст] // IX Ме-

- ждунар. семинар по магнитному резонансу (спектроскопия, томография и экология), 15-20 сент. 2008, Ростов-н/Д.: Материалы конф. – Ростов н/Д, 2008. – С. 152.
2. Малахова Т.В., Егоров В.Н., Малахова Л.В., Пименов Н.В. Элементы баланса метана в донных осадках Севастопольской акватории // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. тр.- Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2012 - Вып. 26, Т. 1. - С. 217 - 230.
3. Егоров В. Н., Пименов Н. В., Малахова Т. В., Канапацкий Т. А., Артемов Ю. Г., Малахова Л.В. Биогеохимические характеристики распределения метана в воде и донных осадках в местах струйных газовыделений в смежных районах акватории Севастопольских бухт // Мор. экол. журн. - 2012. - Т. XI - № 3. - С. 41 – 52.
4. Мысливец В.И., Кортаев В.Н., Зверев А.С., Федин М.В., Федин М.М. К геоморфологии дна Севастопольской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2011. -25 (1). - С. 104-111.